

**Patent number:** FR2653903 (A1)

**Publication date:** 1991-05-03

**Inventor(s):** JEAN-PIERRE LAUDE

**Applicant(s):** INSTRUMENTS SA [FR]

**Classification:**

- **international:** G02B1/00; G02B5/08; G02B5/18; G02B7/18;  
G02B1/00; G02B5/08; G02B5/18; G02B7/18;  
(IPC1-7): G02B5/18; G02B7/195; G02B27/42

- **european:** G02B1/00; G02B5/08; G02B5/18E; G02B5/18R;  
G02B7/18T1

**Application number:** FR19890014324 19891031

**Priority number(s):** FR19890014324 19891031

**Also published as:**

FR2653903  
(B1)

**Cited documents:**

US4099853 (A)  
US4114978 (A)  
US4475792 (A)  
US4426131 (A)

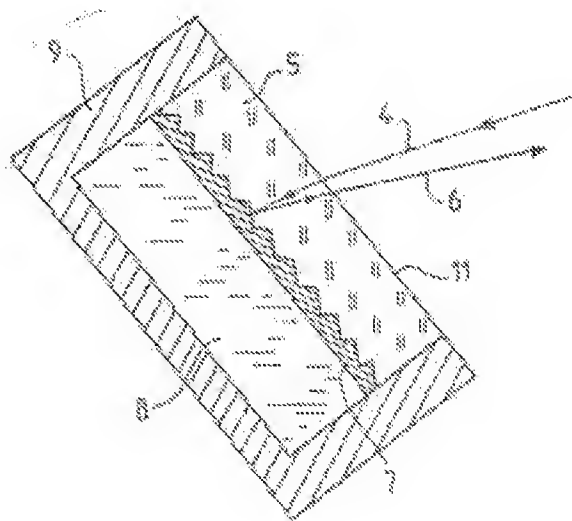
[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

[Report a data error here](#)

### Abstract of **FR 2653903 (A1)**

The present invention relates to a method of obtaining an optical element by reflection for a power laser, in which use is made of a cooling fluid 8 contained in a device 9 of any shape and a reflective structure 7 with an optical support 5, which method is characterised in that the reflective structure 7, integral with the optical support 5, is directly in contact with the cooling fluid 8.



(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 653 903

(21) N° d'enregistrement national : 89 14324

(51) Int Cl<sup>s</sup> : G 02 B 7/195, 5/18, 27/42

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 31.10.89.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 03.05.91 Bulletin 91/18.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : INSTRUMENTS (S.A.) Société  
Anonyme — FR.

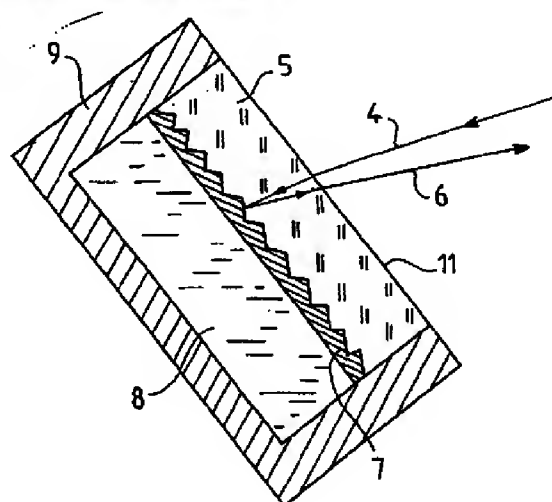
(72) Inventeur(s) : Laude Jean-Pierre.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Harlé & Phelip.

(54) Procédé d'obtention d'un élément optique par réflexion pour laser de puissance.

(57) La présente invention concerne un procédé d'obtention d'un élément optique par réflexion pour laser de puissance dans lequel on utilise un fluide de refroidissement 8 contenu dans un dispositif de forme quelconque 9 et une structure réfléchissante 7 avec un support optique 5, lequel procédé est caractérisé en ce que la structure réfléchissante 7 solidaire du support optique 5 est directement en contact avec le fluide de refroidissement 8.



FR 2 653 903 - A1



La présente invention concerne un procédé d'obtention d'un élément optique par réflexion pour laser de puissance.

On connaît dans la technique deux procédés fondamentaux pour la fabrication de réseaux de diffraction.

Selon l'un de ces procédés, on utilise un diamant qui grave des traits sous l'effet d'une commande par moteur.

Selon l'autre de ces procédés, on utilise l'enregistrement par voie holographique.

Pour plus de précisions, on peut se reporter d'une part à la publication: Herstellung von Beugungsgittern für Spektrometrie und Optoelektronik (Fabrication de réseaux de diffraction pour spectrométrie et optoélectronique) de J.P. LAUDE et J. FLAMAND dans Feinwerktechnik und Messtechnik 94 (1986) 5 pages 307 à 309 et d'autre part, à la publication: Proceedings Vol. II "ESO conference on very large telescopes and their instrumentation", Garching, 21-24 March 1988 édité par M. H. ULRICH: Classical and holographic gratings - Design and manufacture (Fabrication et conception des réseaux classiques et holographiques) de J.P. LAUDE, J. FLAMAND, A. THEVENON, D. LEPERE.

Pour la réalisation de réseaux devant résister aux lasers de puissance, c'est-à-dire aux lasers à énergies élevées continues ou impulsionnelles, on fabrique généralement les réseaux par réflexion sur un support métallique.

Ce support métallique est de bonne conductivité thermique, il s'agit, en général, de cuivre, de silicium, de carbure de silicium comportant à la surface une couche d'un métal tel que l'or, l'aluminium ou l'argent de quelques micromètres d'épaisseur dans laquelle est gravée la structure du réseau.

Il est nécessaire de refroidir la couche d'or, d'argent ou d'aluminium lorsqu'elle est frappée par le faisceau incident et à cet effet, le support métallique est souvent muni d'un dispositif de refroidissement dans lequel

circule un fluide de refroidissement.

On peut, à titre d'exemple, mentionner un ensemble de canalisations prévu à l'intérieur du support où circule un fluide de refroidissement. Ce fluide de refroidissement peut être de l'eau, de l'éthylène glycol ou un composé ana-

5 logue.

La couche superficielle frappée par le faisceau incident doit avoir une réflectivité maximale, c'est-à-dire le minimum d'absorption.

10 Cependant, il reste toujours un résidu d'absorption. Il y a donc création de chaleur à la surface du réseau. Cette chaleur diffuse vers le support et est entraînée par le fluide de refroidissement.

Ce procédé de mise en oeuvre ne peut pas être uti-

15 lisé avec les lasers actuels dont les puissances des flux lumineux sont de plus en plus élevées. A l'heure actuelle des puissances supérieures à  $1 \text{ MW/cm}^2$  sont courantes et le procédé précité de l'art antérieur est inapplicable car il ne permet pas d'avoir le refroidissement nécessaire.

20 Il existe donc un besoin de pouvoir disposer de réseaux susceptibles de résister aux lasers de puissance.

La présente invention résout le problème du refroidissement d'une façon logique et rationnelle.

La présente invention a donc pour objet un procédé

25 d'obtention d'un élément optique par réflexion pour laser de puissance dans lequel on utilise un fluide de refroidissement contenu dans un dispositif de forme quelconque et une structure réfléchissante avec un support optique qui est caractérisé en ce que la structure réfléchissante solidaire du

30 support optique est directement en contact avec le fluide de refroidissement.

La présente invention concerne également les caractéristiques ci-après considérées isolément ou selon toutes leurs combinaisons techniquement possibles:

35 - la structure réfléchissante est placée au dos du

- support optique;
- le support optique est un matériau transparent;
  - la structure réfléchissante est un miroir;
  - la structure réfléchissante est un réseau de
- 5 diffraction;
- la structure réfléchissante est au contact d'une mince couche de diamant évaporé sur du séléniure de zinc;
  - le support optique transparent est du diamant ou du séléniure de zinc;
- 10
- le réseau est directement usiné dans le matériau transparent et est recouvert d'une couche réfléchissante;
  - l'incidence du faisceau laser est Brewstérienne sur le dioptre d'entrée;
  - le pas du réseau en fonction de la longueur
- 15 d'ondes  $\lambda$  et de l'indice  $n$  du matériau transparent est tel que:  $0,6 < \frac{\lambda}{na} < 1,9$ ;
- le support optique est une lame à face parallèle;
- 20
- le support optique est une lame prismatique;
  - le support optique est un prisme.
  - le liquide de refroidissement et la structure réfléchissante sont confondus et le liquide de refroidissement est choisi parmi le mercure, le sodium liquide ou autres métaux fondus;
- 25
- Divers avantages et caractéristiques de la présente invention ressortiront de la description détaillée ci-après faite en regard des dessins annexés sur lesquels:
- Figure 1 est une représentation schématique de
- 30 l'art antérieur.
- Figure 2 illustre un mode général de la présente invention.
- Figure 3 représente un mode de mise en oeuvre de l'invention.
- 35 Figure 4 représente une variante de mise en oeuvre

de l'invention.

Figure 5 illustre une autre variante de mise en oeuvre de l'invention.

Figure 6 montre encore une autre variante de réalisation de la présente invention.

Aux dessins annexés, les mêmes chiffres de référence désignent des parties analogues. Parfois des parties identiques sont différenciées à l'aide des signes prime, seconde et tierce.

Comme illustré sur la Figure 1, selon l'art antérieur, le support 1 est muni de moyens de circulation de fluide de refroidissement 3. Ces moyens sont des canalisations où circulent de l'eau ou de l'éthylène glycol. Le faisceau incident 4 est appliqué sur la couche réfléchissante 2.

Selon l'invention, comme représenté sur la Figure 2, on utilise un support optique 5 transparent au faisceau incident 4 au dos duquel est réalisée une structure réfléchissante 7 dans un bon conducteur thermique, bien réfléchissant pour le faisceau incident 4 tel que l'or, l'argent, l'aluminium, le cuivre. Cette couche est assez mince, quelques micromètres d'épaisseur et est en contact direct avec le fluide de refroidissement 8 contenu dans un dispositif 9 de forme quelconque. Le liquide de refroidissement 8 est, à titre d'exemple, de l'eau, de l'éthylène glycol ou un composé analogue. Le faisceau réfléchi est désigné par 6 tandis que 11 désigne l'interface.

Compte-tenu du contact de la surface du réseau avec le fluide de refroidissement, l'élévation de température de la surface du réseau est annihilée par l'efficacité du refroidissement.

Dans de nombreux cas, le faisceau laser incident 4 est polarisé. Il est alors intéressant d'utiliser une incidence Brewstérienne sur l'interface 11.

Dans ce cas, en effet, le vecteur champ électrique situé dans le plan de figure passe sans aucune réflexion à

l'interface 11 et arrive selon la polarisation du réseau  $E_{\perp}$  (champ électrique perpendiculaire aux traits).

On sait dans ce cas que l'efficacité du réseau reste maximum sur un intervalle spectral très large pour un  
 5 profil de traits lamellaire, pour un profil en triangle-rectangle ou pour un profil sinusoïdal.

En fait on sait expérimentalement que cette valeur stationnaire maximum de l'efficacité sur  $E_{\perp}$  peut être obtenue sur la plupart des profils de réseaux pourvu que le rapport  $\lambda/d$  ( $\lambda$  : longueur d'onde et  $d$  : espace entre deux traits) puisse être choisi avec une profondeur de modulation adaptée.

Sur la Figure 3, on a illustré un mode de mise en oeuvre de la présente invention correspondant à un miroir  
 15 refroidi. De l'or évaporé 7' solidaire de la lame transparente 5' est directement au contact du fluide de refroidissement 8 contenu dans le dispositif 9 de maintien dudit liquide de refroidissement 8.

La lame transparente 5' est maintenue en place dans le dispositif 9 grâce à la prévision de deux joints 10, l'un étant disposé à la partie supérieure de la lame 5' et l'autre à sa partie inférieure. 4 désigne le faisceau incident et 6 le faisceau réfléchi.

Sur la Figure 4, on a représenté un autre mode de réalisation de la présente invention dans lequel on a un réseau sur un prisme refroidi. Le support optique 5" est un prisme pourvu d'une structure réfléchissante 7" sous forme d'une couche d'or qui est directement en contact avec le fluide de refroidissement 8 contenu dans le conteneur 9. Plusieurs joints 10 servent au maintien approprié du prisme dans le conteneur 9. Dans cet exemple, le faisceau incident a pour valeur 1,6 micromètres. Le prisme est en silice et son indice  $n$  est égal à 1,450 à 1,06 micromètre.

Sous une incidence Brewstérienne  $\text{tg } i_1 = n$  donc  $i_1 = 55,41^\circ$ . Le pas  $a$  du réseau est tel que  $\frac{\lambda}{an} = 1,5$ , ce

qui est une bonne valeur pour avoir efficacité  $E_L$  maximum et stationnaire.

Sur la Figure 5, on a illustré un réseau sur lame refroidie. Le support 5 est, dans cet exemple de réalisation de la présente invention, un substrat de diamant. Ce matériau est très intéressant, sa conductivité thermique est très supérieure à celle du sélénium de zinc.

Son coefficient d'absorption à 10,6 micromètres est de  $0,01 \text{ cm}^{-1}$ .

Il est connu que ce matériau est excellent pour la réalisation de fenêtres de lasers  $\text{CO}_2$ . La structure réfléchissante 7" est constituée d'or évaporé.

Considérons la condition de Brewster:  $\text{tg } i_1 = n$  pour le rayon incident 4, la loi de Descartes donne

$$\sin i_1 = n \sin i_2$$

$$i_2 = \arcsin \left[ \frac{\sin (\arctg n)}{n} \right]$$

$n = 2,41$ . Par conséquent  $i_1 = 67,46^\circ$  et  $i_2 = 22,54^\circ$ . Dans cet exemple on ne cherche pas à travailler en Littrow; on prend a priori un pas  $a = 4$  micromètres, en conséquence

$$i_3 = \arcsin \left[ \frac{\lambda}{na} - \sin i_2 \right]$$

$$i_3 = 1,811^\circ, \text{ et}$$

$$i_4 = 4,368^\circ.$$

Sur la Figure 6, on a illustré un exemple d'application de la présente invention dans lequel on utilise simultanément les conditions d'incidence de Brewster sur la lame ou support optique et de Littrow sur le réseau ou structure réfléchissante.

La structure réfléchissante 7" est un dépôt d'or transféré dans le support optique 5 en sélénium de zinc par usinage ionique.

Le substrat de sélénium de zinc est utilisé à 10,6 micromètres. La tenue en puissance du sélénium de zinc est très bonne, par exemple, pour une durée d'impulsions de



180 nanosecondes. Ce matériau peut supporter  $640 \text{ kW/cm}^2$ . Le coefficient d'absorption du sélénure de zinc à  $10,6 \text{ micromètres}$  est bon, il est de  $0,005 \text{ cm}^{-1}$ .

5 Considérons la condition de Brewster  $\text{tg } i_1 = n$  et la loi de Descartes  $\sin i_1 = n \sin i_2$  ( $i_1$  représente l'angle d'incidence du faisceau incident et  $n$  l'indice du sélénure de zinc).

On a:  $i_2 = \arcsin \left( \frac{\sin(\arctg n)}{n} \right)$   
 10  $n = 2,4028$ , par conséquent  $i_1 = 67,40^\circ$  et  $i_2 = 22,60^\circ$ .

Si l'on veut être sur le réseau ou structure réfléchissante  $7^\circ$  dans les conditions de Littrow, ce qui est le cas généralement lorsque le réseau est utilisé en miroir de cavité laser, il avoir une période réseau telle que:

15 
$$a = \frac{\lambda}{2 \sin(\arctg n)}$$

soit  $a = 5,74 \text{ micromètres}$ .

Le réseau a une profondeur de modulation correspondant à la diffraction maximum sur le champ électrique perpendiculaire aux sillons et est utilisé en Littrow,  
 20 c'est-à-dire dans des conditions telles que les faisceaux incidents et diffractés sur le composant sont confondus pour la longueur d'onde d'utilisation.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation représentés et décrits en détails et diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.  
 25

Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières et n'en limitent aucunement la portée.  
 30

REVENDICATIONS

1. Procédé d'obtention d'un élément optique par réflexion pour laser de puissance (4) dans lequel on utilise un fluide de refroidissement (8) contenu dans un dispositif  
5 de forme quelconque (9) et une structure réfléchissante (7, 7', 7'', 7'''), avec un support optique (5, 5', 5''), caractérisé en ce que la structure réfléchissante (7, 7', 7'', 7''') solidaire du support optique (5, 5', 5'') est directement en contact avec le fluide de refroidissement (8).
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure réfléchissante (7, 7', 7'', 7''') est placée au dos du support optique (5, 5', 5'').
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le support optique (5, 5', 5'') est un  
15 matériau transparent.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la structure réfléchissante (7') est un miroir.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la structure réfléchissante (7'', 7''') est un réseau de diffraction.  
20
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la structure réfléchissante (7'', 7''') est au contact d'une mince couche de diamant évaporé sur du sélénure de zinc.  
25
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le support optique transparent (5, 5', 5'') est du diamant ou du sélénure de zinc.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 2 et 5 caractérisé en ce que le réseau est directement usiné dans le matériau transparent (5) et est recouvert d'une couche réflectrice.  
30
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'incidence du faisceau  
35 laser est Brewtérianne sur le dioptre d'entrée.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 5 et 8, caractérisé en ce que le pas  $a$  du réseau en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$  et de l'indice  $n$  du matériau transparent (5, 5', 5'') est tel que  $0,6 < \frac{\lambda}{na} < 1,9$ .

5 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le support optique (5') est une lame à face parallèle.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le support optique (5'')  
10 est une lame prismatique.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le support optique (5'') est un prisme.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendica-  
15 tions 1 à 13, caractérisé en ce que le liquide de refroidissement (8) et la structure réfléchissante (7, 7', 7'', 7''') sont confondus et le fluide de refroidissement (8) est choisi parmi le mercure, le sodium liquide ou autres métaux fondus.

1/3

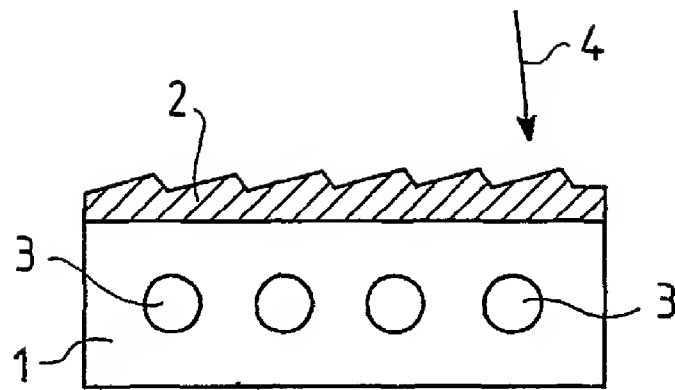


FIG. 1 ART ANTERIEUR

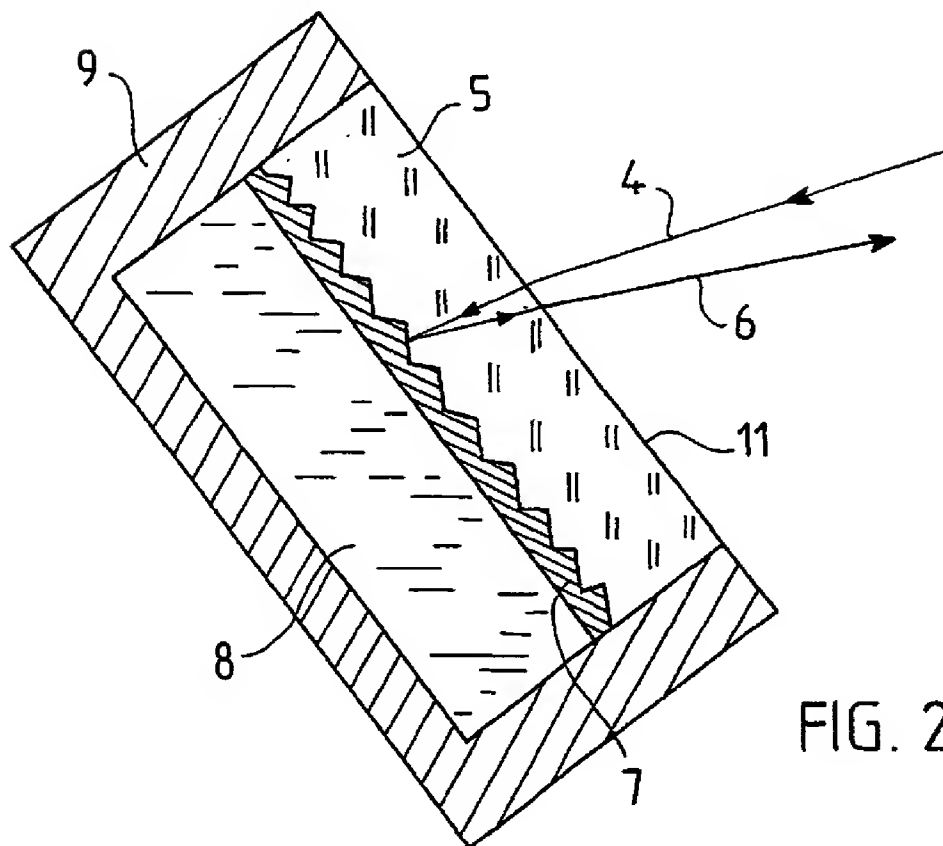


FIG. 2

2/3

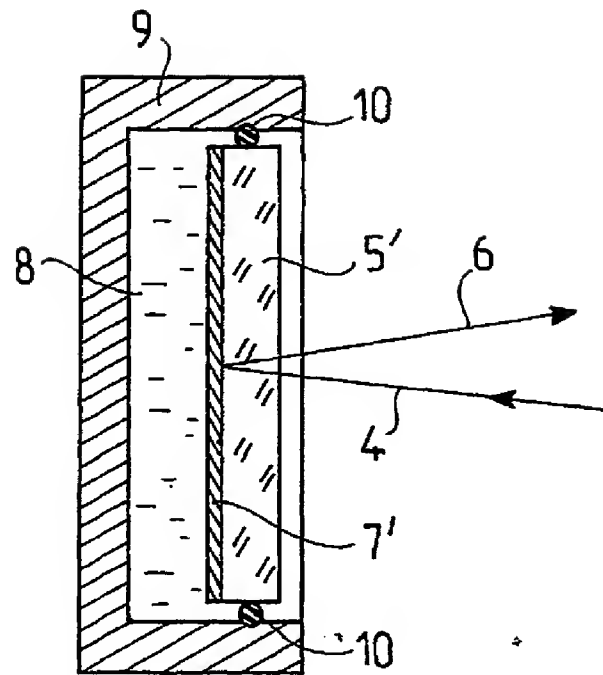


FIG. 3

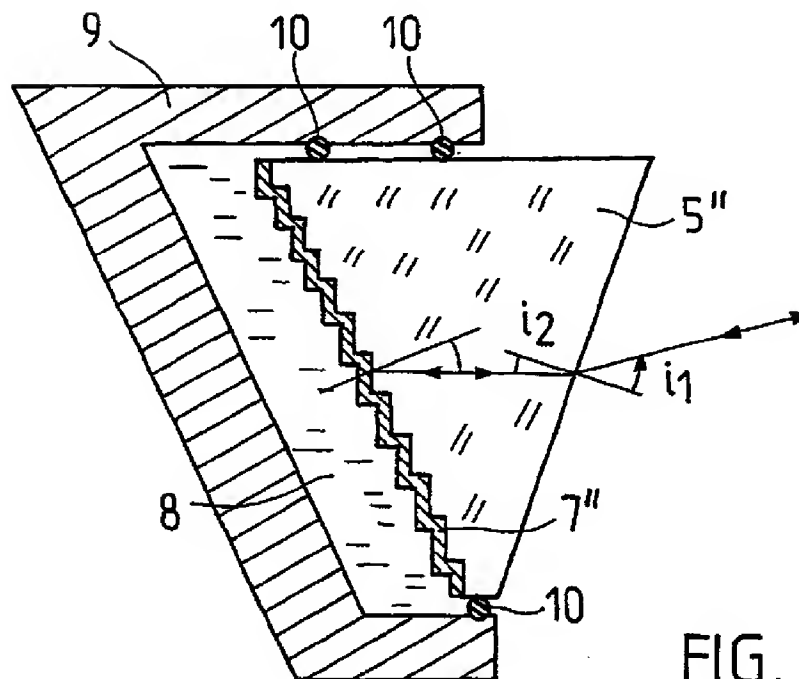
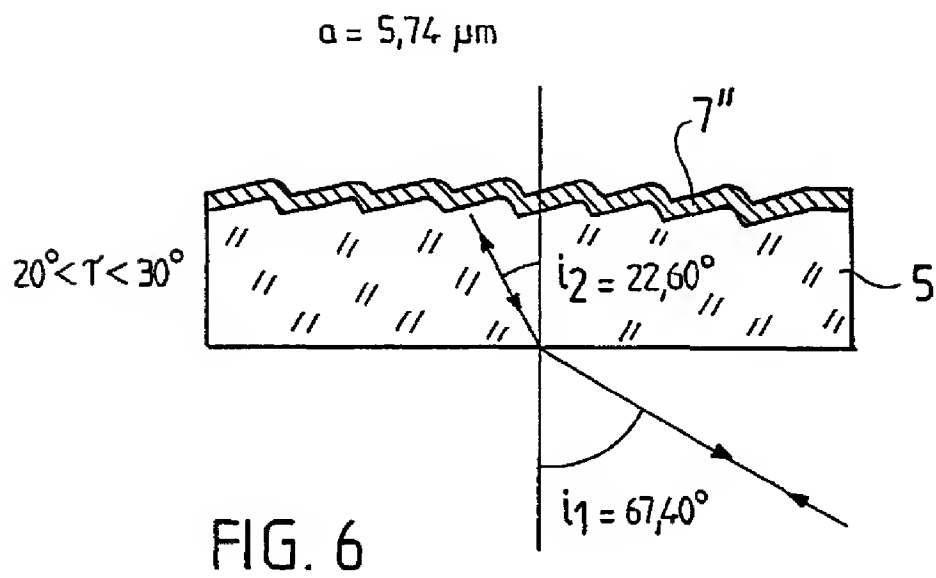
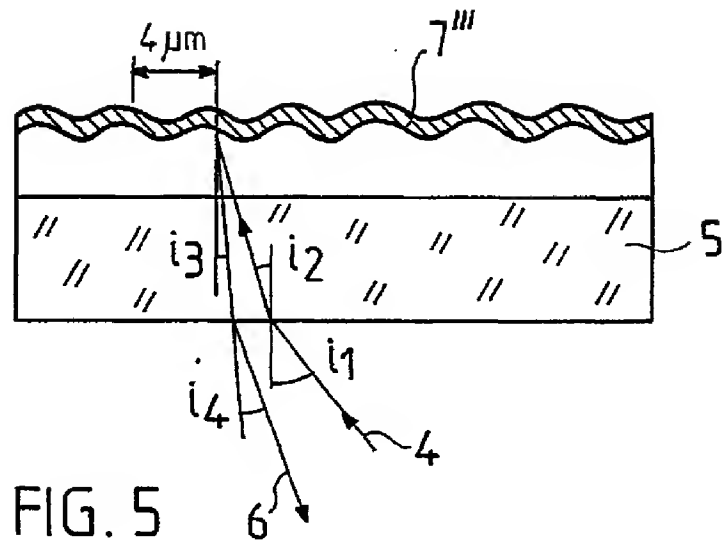


FIG. 4

3/3



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la rechercheFR 8914324  
FA 438563

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US-A-4 099 853 (S.L. GLICKLER et al.) * abrégé; colonne 2, ligne 42 - colonne 3; ligne 32; figures 1,2 *	1-4,11
Y	---	5-8,12, 13
Y	US-A-4 114 978 (H.A. BOSTICK et al.) * colonne 2, lignes 42-65; figures 2,3 *	5-8
Y	---	
Y	US-A-4 475 792 (L. SICA) * abrégé; figure 1 *	12,13
X	---	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 131 (E-319), 6 juin 1985; & JP - A - 60 17973 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 29.01.1985 * le document en entier *	1,4
A	---	
A	US-A-4 426 131 (J.G. GOWAN) * abrégé *	5
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL5)
		G 02 B 7/00 G 02 B 5/00 H 01 S 3/00
Date d'achèvement de la recherche 14-06-1990		Examineur VON MOERS F
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

EYO FORM 1503 03.82 (P0413)